



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
CONFÉDÉRATION SUISSE  
CONFEDERAZIONE SVIZZERA

PCT/CH 00/00334 #2  
10/018797

REC'D 26 JUN 2000

WIPO PCT

CH00/00334

4

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Bescheinigung**

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

**Attestation**

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

**Attestazione**

Gli uniti documenti sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern,  
20. Juni 2000

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum  
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle  
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren  
Administration des brevets  
Amministrazione dei brevetti

  
Rolf Hofstetter



**Patentgesuch Nr. 1999 1180/99**

**HINTERLEGUNGSBESCHEINIGUNG (Art. 46 Abs. 5 PatV)**

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

**Titel:**

Vorrichtung zum Durchführen einer Protonentherapie.

**Patentbewerber:**

Paul Scherrer Institut

5232 Villigen PSI

**Vertreter:**

Troesch Scheidegger Werner AG  
Siewerdtstrasse 95 Postfach  
8050 Zürich

Anmeldedatum: 25.06.1999

Voraussichtliche Klassen: A61N

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## Vorrichtung zum Durchführen einer Protonentherapie

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Durchführung einer Protonentherapie an Menschen sowie verschiedene Verbesserungen zur Erhöhung der Sicherheit, zur Verbesserung  
5 und Vereinfachung der Prozessführung, zur Erhöhung der Patientenfreundlichkeit sowie um eine kleinere Dimensionierung der Anlage zu ermöglichen.

Die Protonentherapie, insbesondere für die Behandlung von  
Krebserkrankungen, gewinnt mehr und mehr an Bedeutung, da sie  
10 gegenüber der weit verbreiteten Photonen-Bestrahlungstherapie gewichtige Vorteile mit sich bringt.

Anlagen zur Durchführung der Protonentherapie sind wohl seit Mitte der Fünfziger Jahre in den USA bekannt, trotzdem werden bis heute derartige Therapien nur an wenigen Zentren, wie insbesondere an Forschungsanstalten, weltweit durchgeführt. Dies  
15 einerseits aufgrund der nach wie vor teuren Protonenbeschleunigungsanlagen, welche notwendig sind, und andererseits auch aufgrund der voluminösen und komplizierten Protonentherapieanlagen, welche für die Durchführung einer effizienten und sicheren  
20 Therapie notwendig sind. Die erste und einzige rein spitalbasierende Protonentherapieanlage steht im Loma Linda University Medical Center in Kalifornien, USA. Weitere Anlagen sind in der Phase der Inbetriebnahme in Boston (USA) und Kashiwa (Japan).

Im Gegensatz zu der erwähnten Anlage am Loma Linda University  
25 Medical Center, wo die Protonentherapie mittels einer sogenannten scattering-Technik durchgeführt wird, wurde am Paul Scherrer Institut in Würenlingen, Schweiz, eine Protonentherapieanlage entwickelt, welche die sogenannte spot-scanning-Technik verwendet. In diesem Zusammenhang sei verwiesen auf einen Arti-

kel von Eros Pedroni et al., Med.Phys. 22 (1), Januar 1995,  
Seiten 37 - 53, mit dem Titel „The 200-MeV proton therapy pro-  
ject at the Paul Scherrer Institute: Conceptual design and  
practical realization.“ In diesem Artikel wird auf das grund-  
5 sätzliche Prinzip der erwähnten spot-scanning-Technik hingewie-  
sen sowie eine Anlage beschrieben mit der Bezeichnung „gantry“,  
mittels welcher Anlage seit ca. 3 Jahren Protonentherapien an  
Patienten durchgeführt werden, für die Behandlung von Krebser-  
krankungen. Obwohl die Anlage am Paul Scherrer Institut durch  
10 die Verwendung der sogenannten spot-scanning-Technik gegenüber  
der Anlage am Loma Linda University Medical Center in ihren äu-  
sseren Dimensionen reduziert werden konnte, weist diese Anlage  
nach wie vor einen Durchmesser von ca. 4 m auf, und zudem ist  
die Zugänglichkeit zum Patienten während der Behandlung unbe-  
15 friedigend. Auf eine detaillierte Beschreibung der Anlage am  
Paul Scherrer Institut kann unter Hinweis der obenerwähnten Li-  
teratur verzichtet werden, indem diese Literaturstelle integra-  
ler Bestandteil der vorliegenden Patentanmeldung ist.

Die bevorzugte Position eines Patienten ist liegend, um eine  
20 Deformation der Organe bei der Behandlung zu vermeiden. Somit  
muss eine allseitig zugängliche und den ganzen Bereich eines  
menschlichen Körpers umfassende Therapie möglich sein, weshalb  
in der Regel bekannte Protonentherapieanlagen, wie auch dieje-  
nige beim Paul Scherrer Institut, so ausgelegt sind, dass das  
25 ganze Protonenstrahlführungsgehäuse um 360° um den sogenannten  
Patiententisch herum um eine Zentralachse drehbar ist, womit  
die Anlage einen Durchmesser von 4 bis 12 Metern messen kann.  
Insbesondere bei einer Behandlung eines Patienten von unten  
muss die Protonenstrahlführung unter den Patiententisch geführt  
30 werden resp. wird der Patiententisch auf eine Position angeho-

ben, welche um einige Meter über dem eigentlichen Arbeitsbodenniveau zu liegen kommt. Die damit verbundenen Nachteile können insbesondere ebenfalls der obenerwähnten Literaturstelle auf Seite 49 unter Kapitel IV, D4, entnommen werden, wo auf die

5 Problematik dieses Anhebens des Patiententisches hingewiesen wird. Diese Positionierung ist kritisch und bedarf im Falle einer Panne der Anlage während der Behandlung einer speziellen Kraneinrichtung, um den Patienten bergen bzw. betreuen zu können. Wohl kann dieser Nachteil insofern gemindert werden, indem

10 im Boden unter dem Patiententisch ein relativ tiefer Schacht angeordnet wird, doch ergibt sich damit die Gefahr von Unfällen, indem beispielsweise die einen Patienten betreuende Person in diesen Schacht abstürzen kann.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Massnahmen vorzuschlagen, mittels welchen eine Protonentherapie in ihrem Betrieb vereinfacht und sicherer gemacht werden kann und vorzugsweise in ihren äusseren Dimensionen reduziert werden kann.

Erfindungsgemäss wird die gestellte Aufgabe mittels einer Protonentherapieanlage gemäss dem Wortlaut insbesondere nach Anspruch 1 gelöst.

Erfindungsgemäss wird vorgeschlagen, dass eine Protonenstrahlführungs- und -steuerungseinrichtung bzw. ein in der Behandlungsanordnung angeordnetes Protonenstrahlführungsgehäuse entgegen dem in der Literatur beschriebenen „gantry“ im Paul Scherrer Institut nicht um volle 360° um einen Patiententisch herum rotiert werden kann, sondern dass die Rotationsbewegung auf ca. 270° beschränkt wird. Dabei erfolgt die Rotation im wesentlichen um eine horizontale Drehachse, in welcher Drehachse in der

Regel in Ausgangsposition ein steuerbar bewegbarer Patiententisch angeordnet ist. Durch diese Begrenzung auf  $270^\circ$  ergibt sich somit ein Bereich, durch welchen hindurch die Strahlführungs- und -steuerungseinrichtung nicht bewegbar ist, in  
5 welchem Bereich einerseits der Patiententisch frei bewegbar ist und zudem der Patiententisch jederzeit frei zugänglich ist. Speziell diese Zugänglichkeit zum Patiententisch stellt eine wesentliche Verbesserung der vorliegenden Erfindung dar, indem jederzeit Betreuungspersonen gefahrlos und unbehindert zum Pa-  
10 tienten gelangen können.

Durch die bevorzugte Anordnung der Protonenstrahlführungs- und -steuereinrichtung derart, dass sie aus der Horizontalebene, welche in etwa durch die Drehachse verläuft, sowohl aufwärts wie nach unten um ca.  $135^\circ$  um die Drehachse bzw. von  $-90^\circ$  bis  
15  $+180^\circ$  von der Vertikalen rotierbar ist, ist somit der Patiententisch von der gegenüberliegenden Seite frei zugänglich. Somit ist der Patiententisch innerhalb der erwähnten Horizontalebene oder einer Horizontalebene, welche nahe dieser parallel verlaufend ausgebildet ist, frei bewegbar, wie insbesondere um  
20 mind.  $180^\circ$  rotierbar um eine Achse, welche in etwa durch das Isozentrum der Protonenstrahlbehandlungsanlage verläuft. Das Isozentrum wird gebildet einerseits durch den von der Protonenstrahlführungs- und -steuerungseinrichtung austretenden Protonenstrahl und andererseits durch die Drehachse, um welche diese  
25 Einrichtung rotierbar ist.

Durch diese erfindungsgemäße Anordnung ist einerseits, wie bereits erwähnt, der Patiententisch jederzeit frei zugänglich und zum anderen ist trotzdem eine allseitige Behandlung eines Patienten möglich, indem einerseits eine Behandlung von oben und

von unten gewährleistet ist, wie auch die Behandlung von beiden Seiten durch die Rotation des Patiententisches um 180°.

Bevorzugte Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Anordnung sind in den abhängigen Ansprüchen charakterisiert.

- 5 Für das bessere Verständnis der Erfindung wird nun eine erfindungsgemässe Protonenstrahl-Behandlungsanlage beispielsweise anhand der Fig. 1 - 3 näher erläutert.

Dabei zeigen:

- 10 Fig. 1 schematisch in Perspektive eine Protonenstrahl-behandlungsanlage bei seitlicher Behandlung eines Patienten,
- Fig. 2 die Anlage aus Fig. 1 bei Behandlung eines Patienten von oben, und
- 15 Fig. 3 die Anlage aus Fig. 1 bei Behandlung eines Patienten von unten.

In Fig. 1 ist schematisch und vereinfacht eine Anlage 1 zum Behandeln eines Patienten mittels Protonenstrahltherapie dargestellt. Dabei wird der Protonenstrahl 3 mittels Quadrupolen 5 und Magneten 7 zur eigentlichen endständigen Protonenstrahlführungs- und -steuereinrichtung 9 geführt. Frontseitig an diese Führungs- und Steuereinrichtung 9 angeordnet ist ein Austrittsfenster 11 bzw. eine sogenannte „nozzle“, durch welches hindurch der Protonenstrahl auf den Patienten gerichtet austritt. Durch eine zusätzliche Ablenkungsmagnetanordnung 6, auch genannt „sweeper magnet“, kann der Protonenstrahl in horizontaler Richtung innerhalb eines engbegrenzten Winkels abgelenkt werden. Am gleichen Ort ist auch ein zweiter „sweeper magnet“ in

20

25

den Zeichnungen dargestellt, welcher als Option für eine zweite schnelle, aber durch den Spalt des 90°-Magneten begrenzte magnetische Bewegung des Strahles wahlweise benützt werden kann. Ebenfalls im Bereich des Austrittsfensters 11 angeordnet und in Fig. 1 nicht erkennbar, ist eine Eindringtiefenverstellvorrichtung oder auch genannt „range shifter“, mittels welcher die Eindringtiefe des Protonenstrahls in den Körper eines Patienten eingestellt werden kann. Grundsätzlich sei erneut an dieser Stelle auf die eingangs erwähnte Literatur von Pedroni et al. verwiesen, in welcher die grundsätzliche Funktionsweise einer Protonenstrahltherapieanlage wie der sog. „gantry“ am Paul Scherrer Institut beschrieben ist.

Weiter in Fig. 1 erkennbar ist eine Führungsschiene 13, an welcher um eine ~~zentrale Rotationsachse~~ bewegbar die Protonenstrahlführungs- und -steuereinrichtung 9 angeordnet ist. Durch seitliche Abschirmungsführungen 15 hindurch ragend bewegt sich dabei das Austrittsfenster 11 in einer schlitzartige Oeffnung 17 beim Bewegen der Führungs- und Steuerungseinrichtung (9) entlang der Halterung 13.

In einer Horizontalebene liegend in etwa verlaufend durch die Drehachse der Strahlführungs- und -steuerungseinrichtung ist ein Patiententisch 21 angeordnet. Dieser ist um eine Drehachse und auf einer Halterung 23 entlang einer Führung 24 bewegbar, wobei diese Führung auf einer ~~Arbeitsplattform~~ 25 angeordnet ist. Die Rotation des Patiententisches 21 erfolgt dabei vorzugsweise um eine ~~Rotationsachse~~, welche in etwa durch den kopfseitigen Bereich 27 des Patiententisches 21 verläuft, und welche Rotationsachse weitgehendst durch den Bereich des sog. Isozentrums der Anlage verläuft. Selbstverständlich kann die Horizontalebene, in welcher der Patiententisch 21 angeordnet

ist, auch beabstandet parallel oberhalb oder unterhalb der Horizontalebene verlaufen, durch welche die Drehachse der Strahlführungs- und -steuerungseinrichtung 9 verläuft. Jedoch soll dieser Abstand derart begrenzt sein, dass einerseits eine gute  
5 Behandlung von oben und von unten möglich ist und zudem der Patiententisch in angemessener Höhe von der Arbeitsplattform 25 aus durch eine Betreuungsperson erreicht werden kann. Selbstverständlich ist es auch möglich, dass der Patiententisch 21 auf der Halterung 23 in der Höhe verstellbar angeordnet ist sowie  
10 in Längs- und Querrichtung des Tisches verschiebbar.

Die Drehbarkeit des Patiententisches sollte mindestens einen Winkel von  $180^\circ$  mit einschliessen, allerdings ist aus Fig. 1 deutlich erkennbar, dass ein wesentlich grösserer Winkel als  $180^\circ$  aus konstruktiven Gründen nicht machbar und im übrigen  
15 auch nicht notwendig ist. Gemäss einer speziellen Ausführungsvariante ist es zudem auch möglich, den Patiententisch um eine weitere Drehachse rotierbar auszubilden, wie beispielsweise um eine mittig im Tisch verlaufende senkrechte Drehachse. Diese Rotation ist beispielsweise dann notwendig bzw. sinnvoll, wenn  
20 ein Patient im Beinbereich zu behandeln ist und somit dieser gegen das Isozentrum der Anlage auszurichten ist, damit mittels Protonenstrahl entsprechend beispielsweise ein Tumor in einem Bein behandelt werden kann.

Entsprechend der Anlage in Fig. 1 zeigt Fig. 2 dieselbe Anlage  
25 mit der Strahlführungs- und -steuerungseinrichtung 9 von oben gerichtet angeordnet. Mit anderen Worten erfolgt die Protonenstrahlbehandlung gemäss der Anordnung in Fig. 2 von oben, wobei zusätzlich der Patiententisch in einer gegenüber Fig. 1 veränderten Position dargestellt ist. Zudem ist in Fig. 2 deutlich

erkennbar, dass der Patiententisch in Längsrichtung des Tisches verschiebbar ist.

Schliesslich zeigt Fig. 3 erneut eine weitere Positionierung der Strahlführungs- und -steuerungseinrichtung 9, indem eine  
5 Behandlung von unterhalb des Patienten zu erfolgen hat.

Im Vergleich mit der bekannten sog. „gantry“ Anlage beim Paul Scherrer Institut zeigt sich sofort der wesentliche Vorteil der erfindungsgemäss beschriebenen Anlage, indem der Patiententisch beispielsweise für Behandlungen von unten nicht wesentlich an-  
10 gehoben werden muss und somit jederzeit die Zugänglichkeit von einer Betreuungsperson zum Patiententisch gewährleistet ist. Dies bringt nicht nur Vorteile für einen zu behandelnden Patienten, sondern auch für eine Betreuungsperson, indem in der erfindungsgemäss vorgeschlagenen Anlage keine Unfallgefahr mehr  
15 durch Abstürzen in einen Schacht besteht.

Eine weitere Problematik bei bestehenden Protonenbehandlungsanlagen besteht im Bereich des Austrittsfensters des Protonenstrahlgehäuses, im Englischen und im Sprachjargon auch „nozzle“ genannt. Im Bereich dieses Austrittsfensters ist bei der ein-  
20 gangs beschriebenen Anlage eine Eindringtiefenverstellvorrichtung oder auch genannt „range shifter“ angeordnet, mittels welcher die Eindringtiefe des Protonenstrahles genauestens gesteuert wird, da die für die Zerstörung eines kranken Organes bzw. eines Tumors notwendige Energie exakt am Ende der Reichweite  
25 des Protonenstrahles abgegeben wird.

In der Praxis hat es sich nun gezeigt, dass durch den Luftspalt zwischen dem sogenannten „range shifter“ und dem Patienten der Protonenstrahl gestört wird, womit die Exaktheit der Strahlenführung zumindest leicht gestört ist.

Aus diesem Grunde wird weiter erfindungsgemäss vorgeschlagen, diese Verstelleinrichtung zur Beeinflussung der Reichweite des Protonenstrahles bzw. den sogenannten „range shifter“ nicht mehr im Bereich des Ausgabefensters bzw. der sogenannten

5 „nozzle“ am Protonenstrahlführungsgehäuse anzuordnen, sondern vorgängig der Eingabe des Protonenstrahles in das Führungsgehäuse, in welchem ja bekanntlich der Protonenstrahl in Richtung zum Patienten und zum zu behandelnden sogenannten „spot“ geführt wird. Unter Bezug auf Fig. 1 bedeutet dies, dass der sog.

10 „range shifter“ nicht mehr im Bereich des Austrittsfenster 11 angeordnet ist, sondern der Behandlungsanordnung 1 vorgeschaltet, wie in Fig. 4 schematisch dargestellt und mit dem Bezugszeichen 31 versehen.

Allerdings hat das Plazieren des sog. „range shifters“ vorgängig der nachfolgenden Protonenstrahlführung in der Behandlungsanordnung zur Folge, dass damit gekoppelt ebenfalls die Magnetanordnungen 7 bzw. die im endständigen Protonenstrahlführungs- und -steuerungseinrichtungsgehäuse 9 angeordnete Magnetanordnung variierbar sein müssen, um eine erhöhte bzw. abgeschwächte Intensität des Protonenstrahls derart auszugleichen,

15 dass schlussendlich der Protonenstrahl wiederum an den gewünschten Ort in einem Patienten geführt wird. Doch ist dies mit den heute bekannten Prozess-Steuerungen bzw. den bekannten Computer-Steuerungen kein Problem, und andererseits kann durch

20 vereinfachte Konstruktion des Austrittsfensters die eingangs erwähnte Problematik der Exaktheit der Strahlenführung wesentlich verbessert werden.

Ueblicherweise wird für das notwendige Zerstören der kranken Zellen in einem Organ bzw. in einem menschlichen Körper der Patiententisch in bezug auf das Protonenstrahlführungsgehäuse in

30

diskreten Schritten bewegt, damit mittels des Protonenstrahls punktweise der ganze behandelnde Bereich im Organ bzw. menschlichen Körper bestrichen werden kann. Diese Bewegung des Patiententisches ist deshalb notwendig, da durch „sweeper magnet“ und „range shifter“ lediglich das Bewegen des Protonenstrahles in zwei Richtungen bzw. zweidimensional erfolgen kann, so dass für das räumliche Behandeln eines Bereiches in einem Patienten bzw. für die dritte Dimension der Patiententisch bewegbar ausgestaltet werden muss. Durch die gewählte spot-scanning-Technik erfolgt diese Bewegung des Patiententisches nicht kontinuierlich, sondern wie erwähnt in diskreten Schritten. Dieser diskrete Bewegungsablauf wird vielfach als nachteilig bzw. störend beurteilt, wie insbesondere von behandelnden Aerzten bzw. von Betreuungspersonen.

Aus diesem Grunde wird gemäß einer weiteren erfindungsgemässen Ausführungsvariante der Protonentherapieanlage vorgeschlagen, im Bereich des Austrittsfensters bzw. der sogenannten „nozzle“ ein Abdeckungsgehäuse anzuordnen, innerhalb welchem nicht sichtbar sämtliche für die Dosierung und Steuerung bzw. Abschirmung notwendigen Einrichtungen und Elemente für das Steuern des Protonenstrahls angeordnet sind. Dieses Gehäuse selbst ist bewegungsmässig mit dem Patiententisch über eine Steuerung verbunden, so dass die diskreten Bewegungen des Tisches auch durch dieses Abdeckungsgehäuse ausgeführt werden und für den Patienten eine Relativbewegung in bezug auf das Protonenstrahlführungsgehäuse nicht stattfindet. Ein weiterer Vorteil des Anordnens eines derartigen Abdeckungsgehäuses liegt darin, dass jederzeit die relative Lage einer Berührungssicherung, welche integral verbunden mit dem Gehäuse angeordnet sein kann, einen optimalen Schutz gewährleistet, falls der Patiententisch in be-

zug auf das Austrittsfenster bzw. der „nozzle“ bewegt werden sollte. Somit kann eine derartige Sicherung für das Unterbrechen des Protonenstrahls innerhalb Bruchteilen einer Millisekunde, innerhalb des Gehäuses angeordnet werden.

- 5 Der Vorteil des Anordnens eines derartigen Abdeckungsgehäuses liegt auch darin, dass beispielsweise bei anderen bekannten Anlagen, wie beispielsweise solche verwendend die sog. scattering- Technik, für die Bündelung und Focussierung des Protonenstrahls notwendige Kollimatoren und Kompensatoren an einem derartigen Gehäuse angeordnet werden können. Durch die gesteuerte  
10 Verbindung der Abdeckung mit dem Patiententisch ist in diesem Fall gewährleistet, dass der Protonenstrahl beim Bewegen des Patiententisches trotzdem immer an die richtige Stelle im Körper des Patienten gerichtet bleibt.
- 15 Unter Bezug auf Fig. 1 bedeutet dies, dass das schematisch dargestellte Gehäuse 11 des Austrittsfensters nicht fest mit der Protonenstrahlführungs- und -steuereinrichtung 9 verbunden ist, sondern steuerungsmässig entsprechend den Bewegungen des Patiententisches ebenfalls bewegbar ist. Ueber eine Steuerung ist  
20 es dabei möglich, die Bewegungen des Abdeckgehäuses 11 mit denjenigen des Patiententisches 21 zu koppeln, derart, dass keine Relativbewegungen zwischen Gehäuse und Tisch stattfinden beim Bewegen des Patiententisches 21 während der Behandlung eines Patienten.
- 25 Durch die erfindungsgemäss vorgeschlagenen Verbesserungen an einer Protonenstrahlbehandlungsanlage, wie insbesondere an einer mittels sog. spot-scanning Technik arbeitenden Anlage, wie die sog. „gantry“ am Paul Scherrer Institut, ergeben sich wesentliche Vereinfachungen beim Betreiben der Anlage sowie Erhö-

1180/99

- 12 -

hung der Sicherheit und Bedienungsfreundlichkeit der Anlage sowohl für Patienten wie auch für das Bedienungspersonal.

### Patentansprüche

1. Anordnung zum Behandeln eines Patienten mittels Protonentherapie, aufweisend eine Protonenstrahlführung mittels Magneten  
5 (7), Quadrupolen (5) sowie einer endständigen Protonenstrahlführungs- und -steuerungseinrichtung (9) mit einem Austrittsfenster (11), um den Protonenstrahl (3) an die zu behandelnde Stelle im Patienten zu führen bzw. zu richten, sowie einen steuerbar bewegbaren Patiententisch (21), um den Patienten in  
10 gewünschter Position in bezug auf den Protonenstrahl zu bewegen, dadurch gekennzeichnet, dass die Protonenstrahlführungs- und -steuerungseinrichtung (9) um eine Horizontalachse um einen Winkel von mind. ca.  $270^\circ$  drehbar bzw. rotierbar angeordnet ist, derart, dass der in etwa in der Ebene der Drehachse angeordnete Patiententisch von einer Seite jederzeit zugänglich  
15 bleibt, und dass der Patiententisch (21) in einer Horizontalebene in etwa durch die Drehachse verlaufend oder davon parallel um eine kleine Abweichung versetzt angeordnet mind. um ca.  $180^\circ$  um eine Achse drehbar ist, welche in etwa durch das Isozentrum der Anordnung verläuft, welches gebildet wird durch den  
20 Schnittpunkt des Protonenstrahls mit der Drehachse bzw. dem näherungsweise Schneiden des Strahles mit der Drehachse.

2. Anordnung, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlführungs- und -steuerungseinrichtung  
25 (9) aus einer Horizontalebene, in etwa verlaufend durch die Drehachse um je mind.  $135^\circ$  nach oben und nach unten drehbar bzw. rotierbar angeordnet ist.

3. Anordnung, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlführungs- und steuerungseinrichtung

- (9) aus einer Vertikalebene, in etwa verlaufend durch die Drehachse um einen Winkel von  $90^\circ$  von der Seite der Vertikalebene, auf welcher der Patiententisch angeordnet ist bis zu einem Winkel von ca.  $180^\circ$  auf der gegenüberliegenden Seite der Vertikalebene um die Drehachse rotierbar angeordnet ist.
- 5
4. Anordnung, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Patiententisch (21) in demjenigen Bereich der Horizontalebene rotierbar bzw. bewegbar angeordnet ist, durch welchen die Strahlführungs- und -steuerungseinrichtung (9) nicht bewegbar ist bzw. welcher demjenigen anderen Bereich gegenüber liegt, durch welchen hindurch die Strahlführungs- und -steuerungseinrichtung (9) bewegbar ist.
- 10
5. Anordnung, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Patiententisch vorzugsweise um eine in einem endständigen Bereich am Patiententisch (21) verlaufende Achse (27) rotierbar ist.
- 15
6. Anordnung, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Patiententisch in seiner Längsachse verschieblich bzw. bewegbar angeordnet ist.
- 20
7. Anordnung, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 - 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Patiententisch zusätzlich um eine in etwa in einem mittigen Bereich des Tisches verlaufende senkrechte Achse rotierbar ist, quer zur Längsachse bewegbar ist sowie höhenverstellbar ausgebildet ist.
- 25
8. Anordnung zum Behandeln eines Patienten mittels Protonentherapie, aufweisend eine Protonenstrahlführung mittels Magneten (6,7), Quadrupolen (5) sowie einer endständigen Protonenstrahlführungs- und -steuerungseinrichtung (9) mit einem Austritts-

fenster, um den Protonenstrahl an die zu behandelnde Stelle im Patienten zu richten, sowie einen steuerbar bewegbaren Patiententisch (21), um den Patienten in gewünschter Position in bezug auf den Protonenstrahl (3) zu bewegen, dadurch gekennzeichnet, dass vorgängig der Anordnung, vorgeschaltet den Magneten (7) und Quadrupolen (5) eine Protonenstrahleindringtiefenverstell-Vorrichtung (31) angeordnet ist, aufweisend ein System von im Protonenstrahl bzw. durch den Protonenstrahl bewegbaren Platten bzw. Lamellen, um die Intensität und damit verbunden die Eindringtiefe des Protonenstrahles im Patienten zu steuern bzw. zu begrenzen.

9. Anordnung zum Behandeln eines Patienten mittels Protonentherapie, aufweisend eine Protonenstrahlführung mittels Magneten (7), Quadrupolen (5) sowie einer endständigen Protonenstrahlführungs- und -steuerungseinrichtung (9) mit einem Austrittsfenster, um den Protonenstrahl an die zu behandelnde Stelle im Patienten zu richten, sowie einen steuerbar bewegbaren Patiententisch (21), um den Patienten in gewünschter Position in bezug auf den Protonenstrahl (3) zu bewegen, dadurch gekennzeichnet, dass das Austrittsfenster (11) bzw. ein endständig an der Protonenstrahlführungs- und -steuerungseinrichtung angeordnetes, das Austrittsfenster bildende Abdeckungsgehäuse vorgesehen ist, welches bei der Durchführung der Behandlung mit dem Patiententisch (21) bewegungsgekoppelt ist, derart, dass bei der Behandlung eines Patienten vom Patiententisch (21) erfolgende diskrete Bewegungsabläufe durch das Austrittsfenster bzw. Abdeckungsgehäuse (11) synchron nachvollzogen werden.

10. Anordnung, insbesondere nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine weitere Steuerung vorgesehen ist für die Bewegungskoppelung des Patiententisches (21) mit dem Austritts-

1100/99

- 16 -

fenster bzw. Abdeckungsgehäuse (11) während der Behandlung eines Patienten.

5

Fig 1

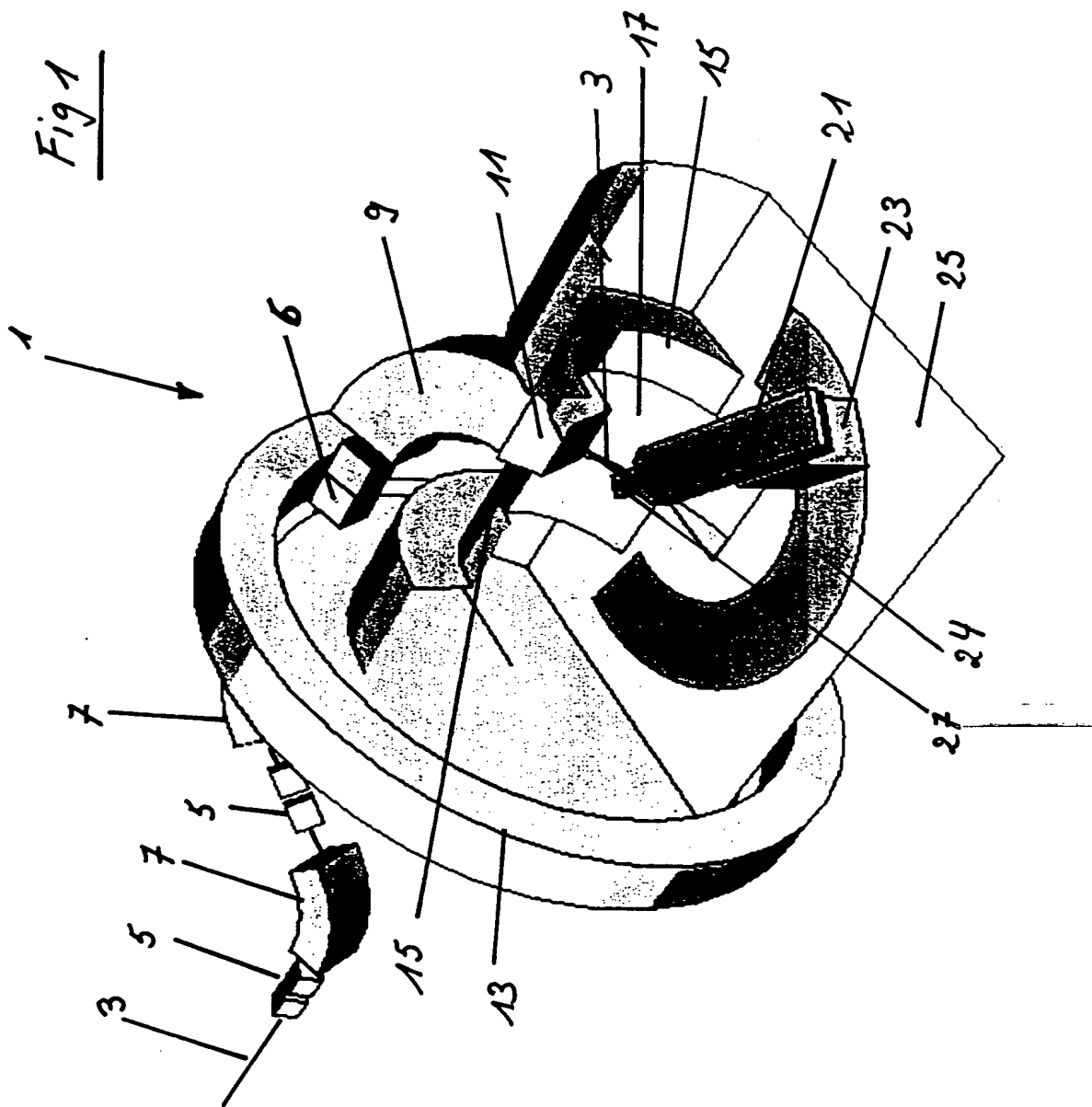


Fig 2

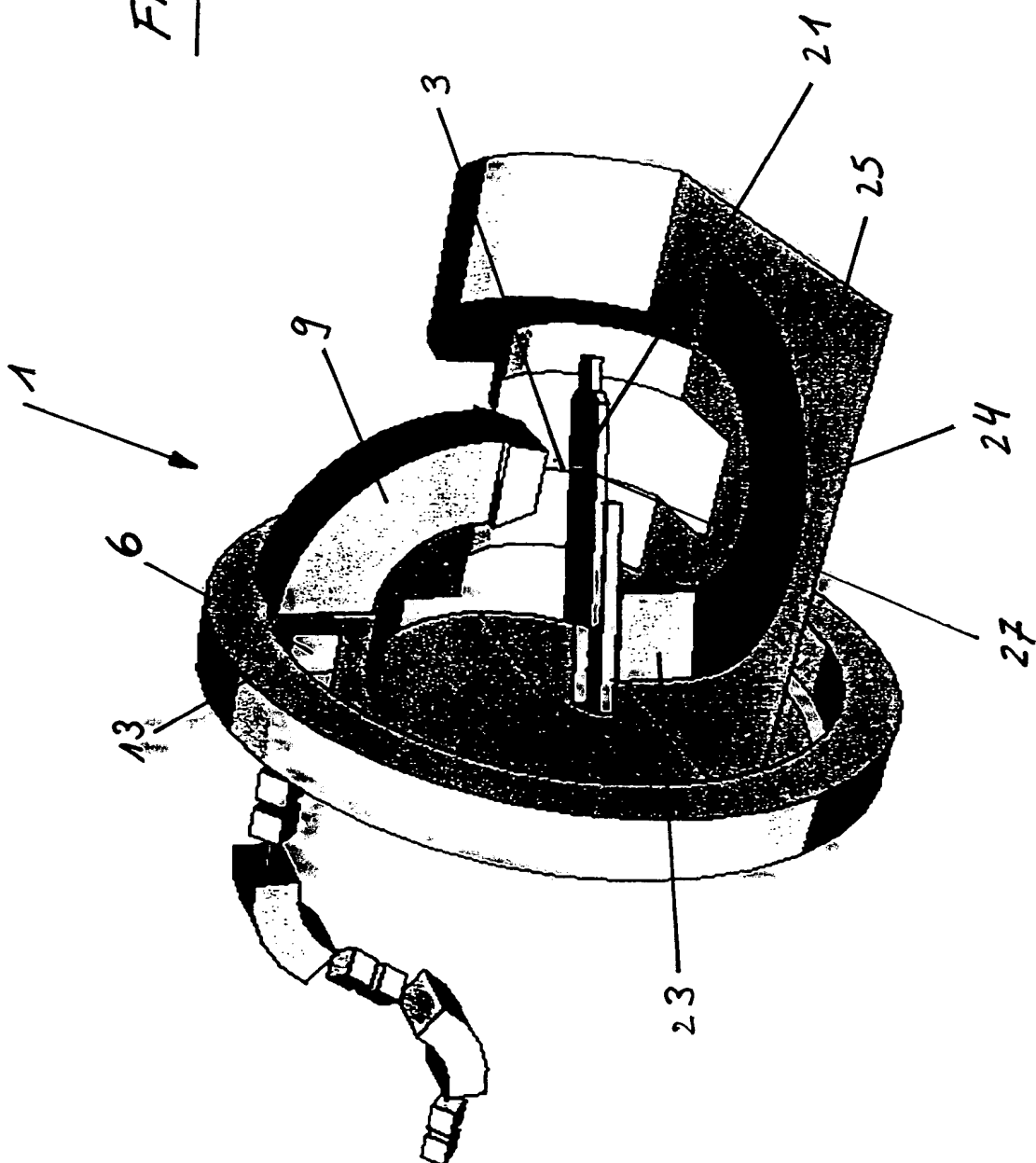


Fig 3

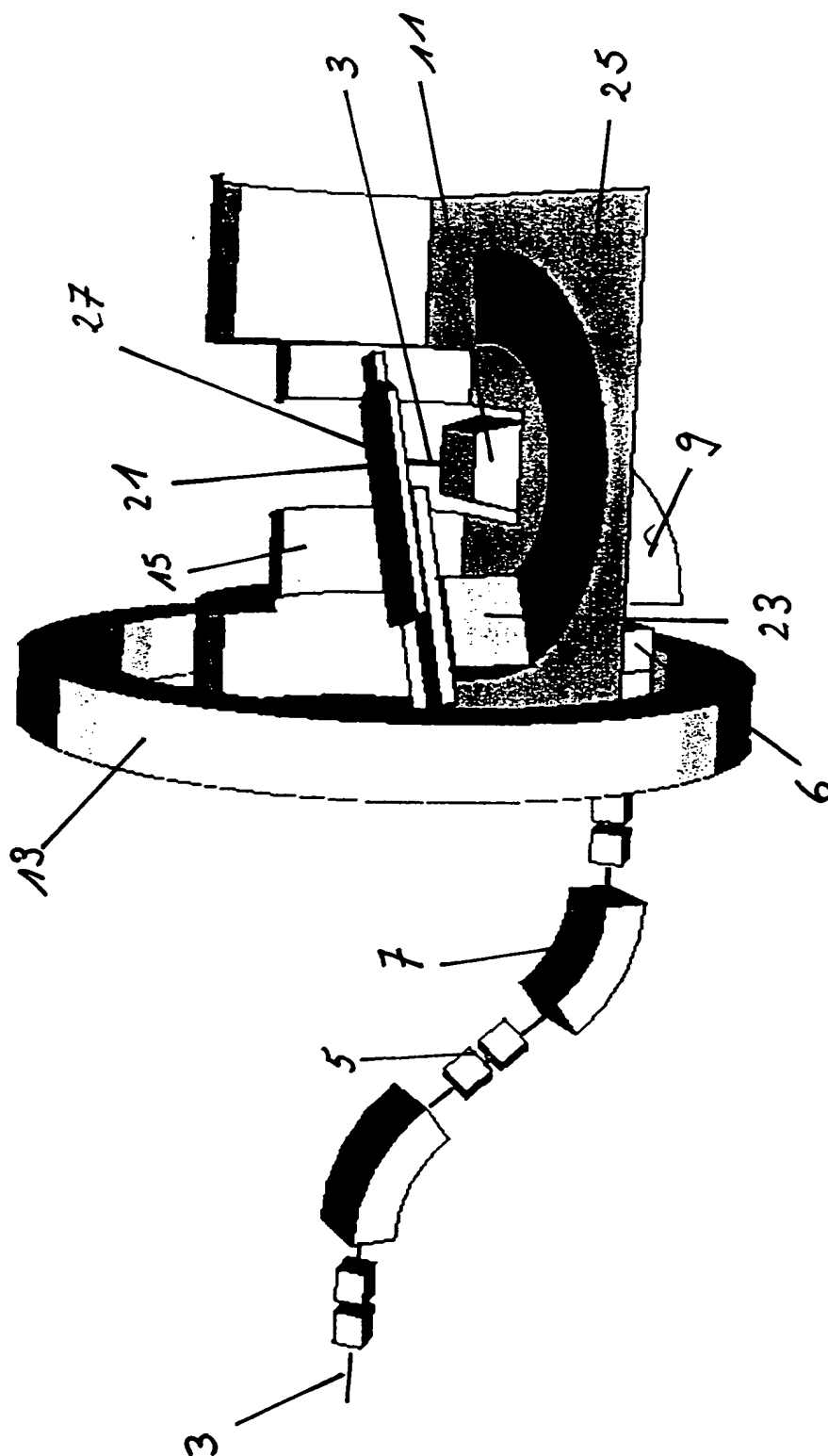


Fig 4

